

Express Mail #EV370153633US  
Patent

Attorney Docket # 4080-50

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re Application of  
Hasso von BLÜCHER et al.  
Serial No.: n/a  
Filed: concurrently  
For: Air Filter Unit With Several Filter Elements

**LETTER TRANSMITTING PRIORITY DOCUMENT**

Mail Stop **Patent Application**  
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

SIR:

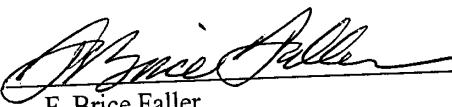
In order to complete the claim to priority in the above-identified application under

35 U.S.C. §119, enclosed herewith is the certified documentation as follows:

German Application No. **103 18 054.0**, filed on April 17, 2003,

upon which the priority claim is based.

Respectfully submitted,  
COHEN, PONTANI, LIEBERMAN & PAVANE

By   
F. Brice Faller  
Reg. No. 29,532  
551 Fifth Avenue, Suite 1210  
New York, New York 10176  
(212) 687-2770

Dated: March 25, 2004

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung



**Aktenzeichen:**

103 18 054.0

**Anmeldetag:**

17. April 2003

**Anmelder/Inhaber:**

Blücher GmbH, 40699 Erkrath/DE

**Bezeichnung:**

Luftfiltereinheit mit mehreren Filterelementen

**IPC:**

B 01 D, B 01 J, F 24 F



Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 29. Januar 2004  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

Hintermeyer

## **Luftfiltereinheit mit mehreren Filterelementen**

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Filtereinheit, insbesondere zur Reinigung von Luft, nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

5

Des weiteren betrifft die vorliegende Erfindung die Verwendung dieser Filtereinheit zur Reinigung von Luft, insbesondere zur Herstellung hochreiner Luft, bzw. zur Entfernung von Gas-, Geruchs- oder Giftstoffen aus Luftströmen, beispielsweise in (Be-)Lüftungsanlagen, Ventilationssystemen, Klimaanlageanlagen oder dergleichen.

10

Schließlich betrifft die vorliegende Erfindung Anlagen bzw. Systeme zur Luftreinigung bzw. Bereitstellung oder Aufbereitung von Luft, insbesondere (Be-)Lüftungsanlagen, Ventilationssysteme oder Klimaanlageanlagen, mit dieser Filtereinheit.

15

Durch steigendes Umweltbewußtsein sowie durch hochempfindliche Analysemethoden ist die Belastung der Umwelt durch Schadstoffe immer mehr ins Licht der Öffentlichkeit gerückt.

20

Die zunehmende Industrialisierung hat zudem zu einer weiträumigen Verschmutzung der Atmosphäre geführt. Jede Art von Verbrennungsvorgang, z. B. in Kraftwerken, von Automotoren, durch Heizen etc., führt zu unerwünschten Verbrennungsprodukten, insbesondere oxidierten Kohlenstoffverbindungen, Stickoxiden, unvollständig verbrannten Kohlenwasserstoffen und dergleichen.

25

Daneben gibt es Schadstoffbelastungen durch kontaminierte Räume, in denen schadstoffbelastete Materialien verbaut sind (z. B. PCB-belastete Baustoffe etc.). Auch von Möbelstücken, Wandanstrichen, Teppichbodenklebern und dergleichen können Giftstoffe freigesetzt werden.

30

In jüngster Zeit hat zudem die Gefahr zugenommen, daß durch terroristische Anschläge gezielt Giftstoffe in Klimaanlageanlagen von Gebäuden, in die Belüftungssysteme von U-Bahnschächten etc. eingetragen werden.

35

Daher besteht insgesamt ein großer Bedarf, verschiedenartigste luftverschmutzende Substanzen, insbesondere schädigende bzw. störende Schad-, Gift- oder Geruchsstoffe, aus der Luft zu entfernen. Hierzu gibt es im Stand der Technik eine Reihe von Verfahren, um solche Substanzen zu entfernen. Beispielsweise seien hier mechanische Filterungsverfahren, Umsetzung bzw. Zersetzung der störenden bzw. schädigenden Substanzen sowie Absorptions- und Adsorptionsverfahren genannt.

Bei den Adsorptionsverfahren kommen adsorptiv wirkende Filtereinheiten zum Einsatz. Das Problem hierbei ist oftmals, daß die aus dem Stand der Technik bekannten Filtereinheiten eine nicht immer ausreichende Adsorptionskapazität aufweisen, die relativ schnell erschöpft ist, so daß die Filtermaterialien ausgetauscht werden müssen. Des weiteren besitzen aus dem Stand der Technik bekannte Adsorptionsfiltereinheiten eine nicht immer ausreichende "Spontaneität" bzw. Adsorptionskinetik, so daß es zu Durchbrüchen kommen kann. Oftmals bieten die aus dem Stand der Technik bekannten Adsorptionsfiltereinheiten auch eine nur unzulängliche Adsorptionsleistung und sind nicht universell für die Adsorption unterschiedlichster Schad- bzw. Giftstoffe geeignet.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht somit in der Bereitstellung einer Filtereinheit, welche sich insbesondere zur Reinigung von Luft eignet.

Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist die Bereitstellung einer Filtereinheit für die Luftreinigung bzw. -aufbereitung, welche die zuvor geschilderten Probleme des Standes der Technik – zumindest teilweise – vermeidet. Insbesondere sollte eine solche Filtereinheit eine ausreichende Adsorptions- bzw. Beladungskapazität in bezug auf zu adsorbierende Schad-, Gift- und Geruchsstoffe bei gleichzeitig gutem Durchbruchverhalten aufweisen.

Das der vorliegenden Erfindung zugrundeliegende Problem wird durch eine Filtereinheit nach Anspruch 1 gelöst. Weitere, vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist somit Filtereinheit, insbesondere zur Reinigung von Luft, mit

- 5 (i) mindestens einem ersten Filterelement, welches als Adsorptionsmaterial kornförmige, insbesondere kugelförmige Aktivkohle umfaßt, und
- 10 (ii) mindestens einem zweiten Filterelement, welches als Adsorptionsmaterial eine Kombination von kornförmiger, insbesondere kugelförmiger Aktivkohle und Aktivkohlefasern umfaßt.

15 Vorzugsweise ist dabei das zweite Filterelement stromabwärts in bezug auf das erste Filterelement angeordnet. Das heißt, daß das erste und das zweite Filterelement in Strömungsrichtung der einströmenden bzw. zuströmenden Luft hintereinandergeschaltet sind, wobei das erste Filterelement zuerst von dem aufzureinigenden Luftstrom durchströmt wird.

20 Für eine hohe Adsorptionsleistung bzw. -kapazität bei gleichzeitig gutem Durchbruchverhalten der erfindungsgemäßen Filtereinheit ist es vorteilhaft, wenn der mittlere Teilchendurchmesser der kornförmigen Aktivkohle des ersten Filterelements größer ist als der mittlere Teilchendurchmesser der kornförmigen Aktivkohle des zweiten Filterelements, insbesondere mindestens um 0,05 mm, vorzugsweise mindestens um 0,1 mm, bevorzugt mindestens um 0,15 mm, besonders bevorzugt mindestens um  
25 0,2 mm, ganz besonders bevorzugt mindestens um 0,25 mm.

30 Um die Adsorptionsleistung der erfindungsgemäßen Filtereinheit im Bedarfsfall noch zu erhöhen, kann es gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung vorgesehen sein, zwischen dem ersten Filterelement und dem zweiten Filterelement zusätzlich mindestens ein weiteres Filterelement anzuordnen bzw. vorzusehen, welches als Adsorptionsmaterial kornförmige, insbesondere kugelförmige Aktivkohle umfaßt. In bezug auf weitere Einzelheiten zu dieser besonderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann auf die folgende Beschreibung eines in der  
35 Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels verwiesen werden.

Weitere Vorteile, Eigenschaften, Aspekte und Merkmale der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung eines in der Zeichnung dargestellten, bevorzugten Ausführungsbeispiels. Es zeigt:

5 Fig. 1 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Filtereinheit; und

Fig. 2 eine schematische Darstellung einer Anlage zur Luftreinigung mit einer erfindungsgemäßen Filtereinheit.

10

Fig. 1 zeigt eine erfindungsgemäße Filtereinheit 1 mit einer Mehrzahl adsorbierender Filterelemente 2, 3 und 4, welche als Adsorptionsmaterial jeweils Adsorbentien auf Basis von Aktivkohle enthalten, wobei die Filtereinheit 1

15

- (i) mindestens ein erstes Filterelement 2, welches als Adsorptionsmaterial kornförmige, insbesondere kugelförmige Aktivkohle 5 umfaßt,
  - (ii) mindestens ein weiteres Filterelement 4, welches als Adsorptionsmaterial kornförmige, insbesondere kugelförmige Aktivkohle 5 umfaßt, und
  - (iii) mindestens ein zweites Filterelement 3, welches als Adsorptionsmaterial eine Kombination von kornförmiger, insbesondere kugelförmiger Aktivkohle 5 und Aktivkohlefasern 6 umfaßt,
- 25 einschließt.

30

Die Filterelemente 2, 3 und 4 sind stromabwärts in der zuvor spezifizierten Reihenfolge einer nach dem anderen in der Filtereinheit 1 angeordnet. Mit anderen Worten sind die Filterelemente 2, 3 und 4 in Richtung R der einströmenden bzw. zuströmenden Luft hintereinander, insbesondere unmittelbar aufeinander folgend, in der zuvor genannten Reihenfolge geschaltet.

35

Den Filterelementen 2, 3 und 4 kann ein Trennungselement 10 zur Abtrennung von Feststoffpartikeln, insbesondere Staubpartikeln, vorgeschaltet sein. Das Trennungselement 10 ist also stromaufwärts zu den

Filterelementen 2, 3 und 4 angeordnet. Das Trennungselement 10 kann ein textiles Gebilde, insbesondere ein Gewebe, Gewirke, Gestricke, Gelege, Gewirre, Vlies, Filz oder sonstiger Textilverbundstoff, sein. Das  
5 Trennungselement 10 bewirkt im allgemeinen eine rein mechanische Abtrennung von Feststoffpartikeln, so daß die nachgeschalteten Filterelemente 2, 3 und 4 nicht mit Feststoffpartikeln zugesetzt werden. Das Trennungselement 10 ist im allgemeinen inert, d. h. besitzt keinerlei adsorptive Eigenschaften.

10 Die kornförmige Aktivkohle 5 des ersten Filterelements 2 und/oder des weiteren, zwischen dem ersten Filterelement 2 und dem zweiten Filterelement 3 angeordneten Filterelements 4 kann beispielsweise als lose Schüttung vorliegen. Die lose Schüttung kann beispielsweise durch entsprechende Einrichtungen (z. B. Stege oder Rahmen) zusammengehalten  
15 werden.

Erfindungsgemäß bevorzugt ist es aber, daß die kornförmige Aktivkohle 5 des ersten Filterelements 2 und/oder des weiteren, zwischen dem ersten Filterelement 2 und dem zweiten Filterelement 3 angeordneten Filterelemente 4 an einer dreidimensionalen, luftdurchlässigen Trägerstruktur 9  
20 befestigt, insbesondere hiermit verklebt ist. Als dreidimensionale Trägerstruktur 9 eignet sich beispielsweise ein offenporiger Schaumstoff, vorzugsweise ein retikulierter Polyurethan(PU)-Schaumstoff, der mit kornförmiger Aktivkohle 5 beladen ist. Die Verklebung als solche ist dem  
25 Fachmann geläufig; hierfür eignen sich beispielsweise feuchtigkeitsvernetzende und/oder wärmevernetzende, insbesondere reaktive (Schmelz)-Klebstoffe, vorzugsweise auf Polyurethanbasis, mit denen der Schaumstoff zunächst getränkt wird, anschließend der überschüssige Klebstoff abgequetscht wird und dann die Beladung mit der kornförmigen Aktivkohle 5 erfolgt, gefolgt von einer Feuchtigkeits- und/oder Wärmebehandlung zur Vernetzung des Klebstoffs. Nach Möglichkeit sollte die Art und  
30 Menge des Klebstoffs so ausgelegt sein, daß die Oberfläche der kornförmigen Aktivkohle 5 nach der Verklebung in bezug auf die zu adsorbierenden Schad-, Gift- und Geruchsstoffe zu einem großen Teil frei zugänglich ist, d. h. nicht mit Klebstoff belegt ist, und zwar insbesondere zu  
35 mindestens 40 %, vorzugsweise zu mindestens 50 %, besonders bevorzugt

zu mindestens 60 %, ganz besonders bevorzugt zu mindestens 70 % und mehr. Gleichmaßen kann aber auch ein hitzeklebriges Schaumstoffmaterial verwendet werden, so daß man bei dieser Ausführungsform ohne zusätzlichen Klebstoff auskommt. Für eine optimale Beladung des Schaumstoffs mit körniger Aktivkohle 5 ist es vorteilhaft, wenn der mittlere Poren-  
5 rendurchmesser des offenporigen Schaumstoffs jeweils mindestens doppelt so groß, insbesondere mindestens zweieinhalbmal so groß, vorzugsweise mindestens dreimal so groß ist wie der mittlere Teilchendurchmesser der kornförmigen Aktivkohle 5 des ersten Filterelements 2 und/oder  
10 des weiteren, zwischen dem ersten Filterelement 2 und dem zweiten Filterelement 3 angeordneten Filterelements 4.

Eine besonders gute Adsorptionseffizienz der erfindungsgemäßen Filtereinheit läßt sich erreichen, wenn der mittlere Teilchendurchmesser der  
15 kornförmigen Aktivkohle 5 des ersten Filterelements 2 größer ist, insbesondere mindestens 0,05 mm größer, vorzugsweise mindestens 0,1 mm größer, bevorzugt mindestens 0,15 mm größer, besonders bevorzugt mindestens 0,2 mm größer, ganz besonders bevorzugt mindestens 0,25 mm  
20 größer, als der mittlere Teilchendurchmesser der kornförmigen Aktivkohle 5 des weiteren, zwischen dem ersten Filterelement 2 und dem zweiten Filterelement 3 angeordneten Filterelements 4.

Der Vorteil, wenn man das Filterelement 2 mit der grobkörnigeren Aktivkohle – in Strömungsrichtung der einströmenden Luft betrachtet – vor das  
25 Filterelement 4 mit der feinkörnigeren Aktivkohle schaltet, ist insbesondere folgender: Das Filterelement 2 mit der grobkörnigeren Aktivkohle hat eine größere Beladungs- bzw. Adsorptionskapazität und fängt somit bereits einen Großteil der zu adsorbierenden Stoffe ab (ca. 90 bis 95 %); das  
30 Filterelement 4 mit der feinkörnigeren Aktivkohle dagegen hat zwar eine geringere Beladungs- bzw. Adsorptionskapazität, aber eine bessere Adsorptionskinetik, so daß es ohne weiteres die gegebenenfalls das erste Filterelement 2 durchbrechenden Stoffe adsorbieren kann. Denn die Menge an durchbrechenden Stoffen ist relativ gering, da die zu adsorbierenden  
35 Stoffe zum Großteil bereits von dem ersten Filterelement 2 adsorbiert werden, so daß das nachgeschaltete Filterelement 4 seine Funktion als Filterelement zur Adsorption von den das erste Filterelement 2 durchbre-



chenden Stoffen lange Zeit aufrechterhalten kann, da seine Kapazität für die Adsorption der relativ geringen Mengen durchbrechender Stoffe vollkommen ausreichend ist.

5 Der mittlere Teilchendurchmesser der kornförmigen Aktivkohle 5 des ersten Filterelements 2 kann in weiten Grenzen variieren. Im allgemeinen liegt der mittlere Teilchendurchmesser der kornförmigen Aktivkohle 5 des ersten Filterelements 2 im Bereich von 0,5 bis 1 mm und beträgt insbesondere mindestens 0,5 mm, vorzugsweise mindestens 0,6 mm, besonders  
10 bevorzugt mindestens 0,65 mm.

Der mittlere Teilchendurchmesser der kornförmigen Aktivkohle 5 des weiteren, zwischen dem ersten Filterelement 2 und dem zweiten Filterelement 3 angeordneten Filterelements 4 kann gleichermaßen in weiten  
15 Bereichen variieren. Im allgemeinen liegt der mittlere Teilchendurchmesser der kornförmigen Aktivkohle 5 des Filterelements 4 im Bereich von 0,1 bis 0,6 mm, insbesondere 0,2 bis 0,6 mm, bevorzugt 0,3 bis 0,6 mm.

Der mittlere Teilchendurchmesser der kornförmigen Aktivkohle 5 des zweiten Filterelements 3 kann ebenfalls in weiten Bereichen variieren. Im allgemeinen liegt der mittlere Teilchendurchmesser der kornförmigen Aktivkohle 5 des zweiten Filterelements 3 im Bereich von 0,05 bis 1 mm, insbesondere 0,1 bis 0,8 mm, vorzugsweise 0,1 bis 0,6 mm.  
20

25 Die erfindungsgemäß eingesetzte kornförmige Aktivkohle 5 kann durch Carbonisieren und nachfolgende Aktivierung geeigneter organischer Ausgangsmaterialien in Kornform, vorzugsweise in Kugelform, hergestellt sein. Beispiele für geeignete Polymere sind beispielsweise divinylbenzol-  
30 vernetztes Polystyrol. Dieses kann beispielsweise in Form von Ionenaustauschern (z. B. Kationenaustauschern) oder Vorstufen solcher Ionenaustauscher vorliegen. Bei den Ausgangsmaterialien kann es sich beispielsweise auch um poröse, insbesondere makroporöse, oder aber gelförmige Polymerkügelchen oder -körnchen handeln. Des weiteren kann es sich bei den Ausgangsmaterialien beispielsweise auch um Pechkügelchen oder  
35 -körnchen handeln. Die Herstellung korn- oder kugelförmiger Aktivkohle ist dem Fachmann bekannt. Beispielsweise kann verwiesen werden auf

die EP 0 118 618 A1 und die WO 01/83368 A1 sowie auf H. v. Kienle, E. Bäder, "Aktivkohle und ihre industrielle Anwendung", Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart 1980, deren jeweilige Offenbarung hiermit durch Bezugnahme eingeschlossen ist.

5

Was die erfindungsgemäß verwendeten Aktivkohlefasern 6 anbelangt, so können diese durch Carbonisieren und nachfolgende Aktivierung geeigneter organischer Ausgangsfasern hergestellt sein, insbesondere von Cellulosefasern, Fasern auf Basis von Cellulosederivaten, Phenolharzfasern, Polyvinylalkoholfasern, Pechfasern, Acrylharzfasern, Polyacrylnitrilfasern, aromatischen Polyamidfasern, Formaldehydharzfasern, divinylbenzolvernetzten Polystyrolfasern, Ligninfasern, Baumwollfasern und Hanffasern. Vorzugsweise werden erfindungsgemäß carbonisierte und aktivierte Fasern auf Basis von Cellulose und Cellulosederivaten eingesetzt.

10

15

20

25

30

35

Die Herstellung derartiger Aktivkohlefasern ist dem Fachmann bekannt; in diesem Zusammenhang kann beispielsweise verwiesen werden auf die DE 195 19 869 A1, die GB-PS 1 310 011, die DE 33 39 756 C2, die WO 01/70372 A1 sowie die EP 0 966 558 A2 bzw. deren Äquivalent DE 698 09 718 T2, wobei der gesamte Offenbarungsgehalt der zuvor genannten Druckschriften hiermit durch Bezugnahme eingeschlossen ist. Erfindungsgemäß besonders bevorzugte Aktivkohlefasern erhält man nach dem Verfahren gemäß der EP 0 966 558 A2 bzw. der DE 698 09 718 T2. Nach diesem Verfahren wird ein Fasergefüge aus einem Kohlenstoffvorläufermaterial auf Basis von Cellulose (z. B. Kunstseide, Florette-seide, Solvatcellulosen, Baumwolle, Stengelfasern) mit einer Zusammensetzung imprägniert, die mindestens einen mineralischen Bestandteil (z. B. Phosphorsäure, Schwefelsäure, Salzsäure etc.) enthält, der eine Promotorwirkung für die Dehydratisierung der Cellulose hat, und anschließend das so imprägnierte Fasergefüge einer thermischen Behandlung bei einer Temperatur ausgesetzt, die ausreichend ist, um die Umwandlung des Vorläufers aus Cellulose im wesentlichen in Kohlenstoff hervorzurufen, wobei die thermische Behandlung in inerter oder teilweiser oxidierender Atmosphäre durchgeführt wird und in einem Temperaturanstieg mit einer mittleren Geschwindigkeit zwischen 1 und 15 °C/min, gefolgt von einer Stufe bei einer Temperatur zwischen 350 °C und 500 °C, besteht, und gefolgt wird von einem Entfernungsschritt von Restphasen der Imprägnierungszusam-

mensetzung und von Abbauprodukten des Cellulosematerials durch Waschen.

Die erfindungsgemäß verwendeten Aktivkohlefasern 6 liegen vorzugsweise als textiles Aktivkohlefasergebilde vor. Beispiele hierfür sind Gewebe, Gewirke, Gestricke, Gelege, Gewirre, Vliese, Filze oder sonstige Textilverbundstoffe. Vorzugsweise sind hier Nonwoven-Materialien zu nennen, wie Vliese, Filze, Gelege (z. B. multidirektionale Gelege), daneben aber auch Gewebe. Ein erfindungsgemäß bevorzugtes Nonwoven-Material ist beispielsweise derart ausgebildet, daß die Aktivkohlefasern (Kohlenstofffasern) mit thermoplastischen, klebrig wirkenden Bikomponentenfasern zusammen ein Aktivkohlefasergefüge bilden, wobei der Gehalt an thermoplastischen Bikomponentenfasern 50 Gew.-%, bezogen auf das Gefüge, nicht überschreiten sollte. Erfindungsgemäß verwendbare, textile Aktivkohlefasergebilde haben im allgemeinen ein Flächengewicht von 10 bis 200 g/m<sup>2</sup>, insbesondere 10 bis 150 g/m<sup>2</sup>, vorzugsweise 10 bis 120 g/m<sup>2</sup>, besonders bevorzugt 20 bis 100 g/m<sup>2</sup>, ganz besonders bevorzugt 25 bis 80 g/m<sup>2</sup>.

Die erfindungsgemäß eingesetzten Aktivkohlefasern 6 haben insbesondere mittlere Faserdurchmesser im Bereich von 1 bis 25 µm, insbesondere 2,5 bis 20 µm, vorzugsweise 5 bis 15 µm. Ihre längenbezogene Masse (Titer) liegt im allgemeinen im Bereich von 1 bis 10 dtex, insbesondere 1 bis 5 dtex.

Um eine besonders gute Adsorptionseffizienz zu erreichen, kann es vorteilhaft sein, wenn bei dem zweiten Filterelement 3 der mittlere Teilchendurchmesser der kornförmigen Aktivkohle 5 mindestens um das Dreifache, insbesondere mindestens um das Vierfache, vorzugsweise mindestens um das Fünffache, besonders bevorzugt mindestens um das Sechsfache, größer ist als der mittlere Faserdurchmesser der Aktivkohlefasern 6.

Die dem zweiten Filterelement 3 sind die kornförmige Aktivkohle 5 und die Aktivkohlefasern 6 im allgemeinen in separaten, jedoch aneinander angrenzenden bzw. dauerhaft miteinander verbundenen, insbesondere miteinander verklebten Lagen angeordnet. Auf diese Weise können die

Lage mit der kornförmigen Aktivkohle 5 und die Lage mit den Aktivkohlefasern 6 einen Verbund bilden.

5 Gemäß einer besonderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung können bei dem zweiten Filterelement 3 die kornförmige Aktivkohle 5 und/oder die Aktivkohlefasern 6 jeweils an einem luftdurchlässigen, vorzugsweise textilen Träger 7 bzw. 8 befestigt, insbesondere hiermit verklebt sein. Ein geeigneter textiler Träger 7 bzw. 8 ist z. B. ein textiles Flächengebilde, vorzugsweise ein Gewebe, Gewirke, Gestricke, Gelege, Gewirre, Vlies, Filz oder sonstiger Textilverbundstoff. Der textile Träger 7  
10 bzw. 8 weist im allgemeinen ein Flächengewicht von 50 bis 300 g/m<sup>2</sup>, insbesondere 75 bis 250 g/m<sup>2</sup>, vorzugsweise 90 bis 175 g/m<sup>2</sup>, auf.

15 Erfindungsgemäß bevorzugt verwendet man Aktivkohle mit einer relativ großen spezifischen Oberfläche. Im allgemeinen weisen die kornförmige Aktivkohle 5 und die Aktivkohlefasern 6 eine spezifische innere Oberfläche (BET-Methode) von mindestens 800 m<sup>2</sup>/g, insbesondere mindestens 900 m<sup>2</sup>/g, vorzugsweise im Bereich von 800 bis 1.500 m<sup>2</sup>/g, auf.

20 Je nach Anwendung kann es vorteilhaft oder erforderlich sein, das Adsorptionsmaterial, d. h. die kornförmige Aktivkohle 5 und/oder die Aktivkohlefasern 6, mit einer Imprägnierung auszustatten. Je nach Anwendung, insbesondere je nach Art und Menge der zu adsorbierenden Gift-, Schad- bzw. Geruchsstoffe, können sich beispielsweise unterschiedliche Imprägnierungen eignen. Beispiele für Imprägnierungen sind z. B. Imprägnierungen auf Basis von Metallen und/oder Metallverbindungen, bevorzugt aus der Gruppe von Kupfer, Cadmium, Silber, Platin, Palladium, Zink und Quecksilber sowie deren Verbindungen, und/oder saure oder basische Imprägnierungen, insbesondere auf Basis von Phosphorsäure, Kaliumcarbonat, Trimethanolamin, 2-Amino-1,3-propandiol, Schwefel oder Kupfersalzen. Die Menge an Imprägnierungsmittel kann je nach Einsatz angepaßt werden. Im allgemeinen beträgt die Menge an Imprägnierungsmittel(n), bezogen auf das imprägnierte Aktivkohlematerial, 0,01 bis 15 Gew.-%, insbesondere 0,05 bis 12 Gew.-%, vorzugsweise 5 bis 12 Gew.-%. Die Imprägnierung von Aktivkohle ist aus dem Stand der Technik bekannt; für  
35 weitere diesbezügliche Einzelheiten kann beispielsweise verwiesen wer-

den auf die zuvor zitierte Literaturstelle von H. v. Kienle, E. Bäder, "Aktivkohle und ihre industrielle Anwendung", Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart 1980, sowie die DE 195 19 869 A1, die DE 44 32 834 A1 und die DE 44 47 844 A1.

5

Anwendungsbedingt kann es vorteilhaft sein, einzelnen oder allen Filterelementen 2, 3 bzw. 4, insbesondere dem ersten Filterelement 2, Meßeinrichtungen (z. B. Sensoren oder Sonden) nachzuschalten, die in bezug auf die zu adsorbierenden Stoffe sensitiv sind und auf diese Weise Durchbrüche anzeigen bzw. detektieren können. Hierdurch läßt sich dann auf einfache Weise feststellen, ob die Kapazität eines oder mehrerer Filterelemente 2, 3 bzw. 4 erschöpft ist und das bzw. die betreffenden Filterelemente 2, 3 bzw. 4 gegebenenfalls auszutauschen sind. Besonders wichtig ist dies in bezug auf das erste Filterelement 2, weil gerade dieses Filterelement den Großteil der zu adsorbierenden Stoffe aufnimmt und folglich, falls die Kapazität gerade dieses Filterelements erschöpft ist, die nachgeschalteten Filterelemente überlastet sein können bzw. deren Kapazität zu schnell erschöpft sein kann.

20

Die erfindungsgemäße Filtereinheit zeichnet sich durch eine exzellente Adsorptionsleistung, insbesondere eine hohe Adsorptions- bzw. Beladungskapazität in bezug auf zu adsorbierende Schad-, Gift- und Geruchsstoffe bei gleichzeitig exzellentem Durchbruchverhalten (kein Durchschlagen von zu adsorbierenden Schad-, Gift- und Geruchsstoffen), aus.

25

Aufgrund der relativ unspezifischen Adsorptionseigenschaften der erfindungsgemäßen Filtereinheit eignet sie sich zur Adsorption beliebiger Schad-, Gift- und Geruchsstoffe und ist somit universell einsetzbar.

30

Des weiteren bietet die erfindungsgemäße Filtereinheit den Vorteil einer guten Regenerierbarkeit, so daß ein Recycling ohne weiteres möglich ist.

35

Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist die Verwendung der erfindungsgemäßen Filtereinheit zur Reinigung von Luft, insbesondere zur Herstellung hochreiner Luft, und/oder zur Entfernung von Gas-, Geruchs- und/oder Giftstoffen aller Art aus Luftströmen. Hierbei ist die

erfindungsgemäße Filtereinheit derart angeordnet, daß sie von der zu reinigenden Luft durchströmt wird.

5 Die erfindungsgemäße Filtereinheit kann beispielsweise in (Be-) Lüftungsanlagen, Ventilationssystemen oder Klimaanlage, insbesondere für geschlossene Umgebungen, wie Gebäude oder Innenräume von Fahrzeugen, wie Motorfahrzeugen, Schienenfahrzeugen, Transportmitteln aller Art und dergleichen, zur Anwendung kommen.

10 Dabei kann die Filtereinheit permanent zugeschaltet sein oder aber auch nur im Bedarfsfall, insbesondere bei Vorhandensein bzw. Auftreten von Gas-, Geruchs- und/oder Giftstoffen in den zu reinigenden Luftströmen, zugeschaltet werden, sozusagen in der Art eines Bypass. Letztere Variante hat den Vorteil, daß so die Adsorptionsleistung der Filtereinheit nicht un-  
15 nötig in Anspruch genommen wird und längere Standzeiten erreicht werden.

Schließlich sind ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung Anlagen bzw. Systeme zur Luftreinigung bzw. zur Bereitstellung oder  
20 Aufbereitung von Luft, insbesondere (Be-)Lüftungsanlagen, Ventilationssysteme oder Klimaanlage, die eine erfindungsgemäße Filtereinheit umfassen. Eine derartige Anlage bzw. ein derartiges System 11 ist schematisch in Fig. 2 dargestellt

25 Weitere Ausgestaltungen, Abwandlungen und Variationen sowie Vorteile der vorliegenden Erfindung sind für den Fachmann beim Lesen der Beschreibung ohne weiteres erkennbar und realisierbar, ohne daß er dabei den Rahmen der vorliegenden Erfindung verläßt.

**Patentansprüche:**

1. Filtereinheit (1), insbesondere zur Reinigung von Luft, mit einer Mehrzahl adsorbierender Filterelemente (2, 3), die als Adsorptionsmaterial jeweils Adsorbentien auf Basis von Aktivkohle enthalten, wobei die Filtereinheit (1)
  - (i) mindestens ein erstes Filterelement (2), welches als Adsorptionsmaterial kornförmige, insbesondere kugelförmige Aktivkohle (5) umfaßt, und
  - (ii) mindestens ein zweites Filterelement (3), welches als Adsorptionsmaterial eine Kombination von kornförmiger, insbesondere kugelförmiger Aktivkohle (5) und Aktivkohlefasern (6) umfaßt,einschließt.
2. Filtereinheit nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Filtereinheit (1) mindestens zwei Filterelemente (2, 3) umfaßt und/oder daß das zweite Filterelement (3) stromabwärts des ersten Filterelements (2) angeordnet ist.
3. Filtereinheit nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der mittlere Teilchendurchmesser der kornförmigen Aktivkohle (5) des ersten Filterelements (2) größer, insbesondere mindestens 0,05 mm größer, vorzugsweise mindestens 0,1 mm größer, bevorzugt mindestens 0,15 mm größer, besonders bevorzugt mindestens 0,2 mm größer, ganz besonders bevorzugt mindestens 0,25 mm größer ist als der mittlere Teilchendurchmesser der kornförmigen Aktivkohle (5) des zweiten Filterelements (3).
4. Filtereinheit nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem ersten Filterelement (2) und dem zweiten Filterelement (3) zusätzlich mindestens ein weiteres Filterelement (4) angeordnet ist, welches als Adsorptionsmaterial kornförmige, insbesondere kugelförmige Aktivkohle (5) umfaßt.

5. Filtereinheit (1), insbesondere zur Reinigung von Luft, mit einer Mehrzahl adsorbierender Filterelemente (2, 3, 4), die als Adsorptionsmaterial jeweils Adsorbentien auf Basis von Aktivkohle enthalten, wobei die Filtereinheit (1)
- 5 (i) mindestens ein erstes Filterelement (2), welches als Adsorptionsmaterial kornförmige, insbesondere kugelförmige Aktivkohle (5) umfaßt,
- 10 (ii) mindestens ein weiteres Filterelement (4), welches als Adsorptionsmaterial kornförmige, insbesondere kugelförmige Aktivkohle (5) umfaßt, und
- 15 (iii) mindestens ein zweites Filterelement (3), welches als Adsorptionsmaterial eine Kombination von kornförmiger, insbesondere kugelförmiger Aktivkohle (5) und Aktivkohlefasern (6) umfaßt,
- 20 einschließt,
- insbesondere wobei die Filterelemente (2, 3, 4) stromabwärts in der zuvor spezifizierten Reihenfolge einer nach dem anderen in der Filtereinheit (1) angeordnet sind.
- 25 6. Filtereinheit nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß den Filterelementen (2, 3, 4) ein Trennungselement (10) zur Abtrennung von Feststoffpartikeln, insbesondere Staubpartikeln, vorgeschaltet ist, insbesondere wobei das Trennungselement (10) ein textiles Gebilde, insbesondere ein Gewebe, Gewirke, Gestricke, Gelege, Gewirre, Vlies, Filz oder sonstiger Textilverbundstoff, ist und/oder insbesondere wobei das Trennungselement (10) eine rein mechanische Abtrennung von Feststoffpartikeln bewirkt.
- 30
- 35 7. Filtereinheit nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die kornförmige Aktivkohle (5) des ersten Filterelements (2) und/oder des weiteren, zwischen dem ersten Filterelement (2) und dem zweiten Filterelement (3) angeordneten Filterelements (4) als lose Schüttung vorliegt.



8. Filtereinheit nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die kornförmige Aktivkohle (5) des ersten Filterelements (2) und/oder des weiteren, zwischen dem ersten Filterelement (2) und dem zweiten Filterelement (3) angeordneten Filterelements (4) an einer dreidimensionalen, luftdurchlässigen Trägerstruktur (9) befestigt, insbesondere hiermit verklebt ist, insbesondere wobei die dreidimensionale Trägerstruktur (9) ein offenporiger Schaumstoff, vorzugsweise ein retikulierter Polyurethan(PU)-Schaumstoff, ist.
9. Filtereinheit nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der mittlere Porendurchmesser des offenporigen Schaumstoffs mindestens doppelt so groß, insbesondere mindestens zweieinhalbmal so groß, vorzugsweise mindestens dreimal so groß ist wie der mittlere Teilchendurchmesser der kornförmigen Aktivkohle (5) des ersten Filterelements (2) und/oder des weiteren, zwischen dem ersten Filterelement (2) und dem zweiten Filterelement (3) angeordneten Filterelements (4) und/oder daß die Verklebung der kornförmigen Aktivkohle (5) mit der dreidimensionalen Trägerstruktur (9) mittels feuchtigkeitsvernetzenden und/oder wärmevernetzenden, insbesondere reaktiven (Schmelz-)Klebern, vorzugsweise auf Polyurethanbasis, erfolgt.
10. Filtereinheit nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der mittlere Teilchendurchmesser der kornförmigen Aktivkohle (5) des ersten Filterelements (2) größer, insbesondere mindestens 0,05 mm größer, vorzugsweise mindestens 0,1 mm größer, bevorzugt mindestens 0,15 mm größer, besonders bevorzugt mindestens 0,2 mm größer, ganz besonders bevorzugt mindestens 0,25 mm größer ist als der mittlere Teilchendurchmesser der kornförmigen Aktivkohle (5) des weiteren, zwischen dem ersten Filterelement (2) und dem zweiten Filterelement (3) angeordneten Filterelements (4).

11. Filtereinheit nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der mittlere Teilchendurchmesser der kornförmigen Aktivkohle (5) des ersten Filterelements (2) im Bereich von 0,5 bis 1 mm liegt und insbesondere mindestens 0,5 mm, insbesondere  
5 mindestens 0,6 mm, vorzugsweise mindestens 0,65 mm, beträgt und/oder daß der mittlere Teilchendurchmesser der kornförmigen Aktivkohle (5) des weiteren, zwischen dem ersten Filterelement (2) und dem zweiten Filterelement (3) angeordneten Filterelements (4) im Bereich von 0,1 bis 0,6 mm, insbesondere 0,2 bis 0,6 mm, bevorzugt 0,3 bis 0,6 mm, liegt.  
10
12. Filtereinheit nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der mittlere Teilchendurchmesser der kornförmigen Aktivkohle (5) des zweiten Filterelements (3) im Bereich von  
15 0,05 bis 1 mm, insbesondere 0,1 bis 0,8 mm, vorzugsweise 0,1 bis 0,6 mm, liegt.
13. Filtereinheit nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die kornförmige Aktivkohle (5) hergestellt ist durch Carbonisieren und nachfolgende Aktivierung geeigneter organischer Ausgangsmaterialien in Kornform, vorzugsweise in Kugelform, insbesondere von geeigneten Polymeren, wie divinylbenzol-  
20 vernetztes Polystyrol, insbesondere in Form von Ionenaustauschern oder deren Vorstufen, oder von Pechen.
14. Filtereinheit nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Aktivkohlefasern (6) hergestellt sind durch Carbonisieren und nachfolgende Aktivierung geeigneter organischer Ausgangsfasern, insbesondere von Cellulosefasern, Fasern auf Basis  
25 von Cellulosederivaten, Phenolharzfasern, Polyvinylalkoholfasern, Pechfasern, Acrylharzfasern, Polyacrylnitrilfasern, aromatischen Polyamidfasern, Formaldehydharzfasern, divinylbenzolvernetzten Polystyrolfasern, Ligninfasern, Baumwollfasern und/oder Hanffasern, vorzugsweise von Fasern auf Basis von Cellulose und Cellulosederivaten.  
30  
35

15. Filtereinheit nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Aktivkohlefasern (6) als textiles Aktivkohlefasergebilde, insbesondere als Gewebe, Gewirke, Gestricke, Gelege, Gewirre, Vlies, Filz oder sonstiger Textilverbundstoff, vorzugsweise als Nonwoven-Material, vorliegen, insbesondere wobei das textile Aktivkohlefasergebilde ein Flächengewicht von 10 bis 200 g/m<sup>2</sup>, insbesondere 10 bis 150 g/m<sup>2</sup>, vorzugsweise 10 bis 120 g/m<sup>2</sup>, besonders bevorzugt 20 bis 100 g/m<sup>2</sup>, ganz besonders bevorzugt 25 bis 80 g/m<sup>2</sup>, aufweist und/oder daß die Aktivkohlefasern (6) mittlere Faserdurchmesser von 1 bis 25 µm, insbesondere 2,5 bis 20 µm, vorzugsweise 5 bis 15 µm, aufweisen und/oder daß die Aktivkohlefasern (6) eine längenbezogene Masse (Titer) von 1 bis 10 dtex, insbesondere 1 bis 5 dtex, aufweisen.
16. Filtereinheit nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei dem zweiten Filterelement (3) der mittlere Teilchendurchmesser der kornförmigen Aktivkohle (5) mindestens um das Dreifache, insbesondere mindestens um das Vierfache, vorzugsweise mindestens um das Fünffache, besonders bevorzugt mindestens um das Sechsfache, größer ist als der mittlere Faserdurchmesser der Aktivkohlefasern (6) und/oder daß bei dem zweiten Filterelement (3) die kornförmige Aktivkohle (5) und die Aktivkohlefasern (6) in separaten, jedoch aneinander angrenzenden und/oder dauerhaft miteinander verbundenen, insbesondere miteinander verklebten Lagen angeordnet sind, insbesondere wobei die Lage mit der kornförmigen Aktivkohle (5) und die Lage mit den Aktivkohlefasern (6) einen Verbund bilden können.
17. Filtereinheit nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei dem zweiten Filterelement (3) die kornförmige Aktivkohle (5) und/oder die Aktivkohlefasern (6) an einem luftdurchlässigen, vorzugsweise textilen Träger (7, 8) befestigt, insbesondere hiermit verklebt ist, insbesondere wobei der textile Träger (7, 8) ein textiles Flächengebilde, vorzugsweise ein Gewebe, Gewirke, Gestricke, Gelege, Gewirre, Vlies, Filz oder sonstiger Textilverbundstoff, ist und/oder insbesondere wobei der textile Träger (7, 8)

ein Flächengewicht von 50 bis 300 g/m<sup>2</sup>, insbesondere 75 bis 250 g/m<sup>2</sup>, vorzugsweise 90 bis 175 g/m<sup>2</sup>, aufweist.

- 5 18. Filtereinheit nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die kornförmige Aktivkohle (5) und/oder die Aktivkohlefasern (6) eine spezifische innere Oberfläche (BET) von mindestens 800 m<sup>2</sup>/g, insbesondere mindestens 900 m<sup>2</sup>/g, vorzugsweise im Bereich von 800 bis 1.500 m<sup>2</sup>/g, aufweisen.
- 10 19. Filtereinheit nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die kornförmige Aktivkohle (5) und/oder die Aktivkohlefasern (6) imprägniert sind, insbesondere wobei die Imprägnierung eine Imprägnierung auf Basis von Metallen und/oder Metallverbindungen, bevorzugt aus der Gruppe von Kupfer, Cadmium, Silber, Platin, Palladium, Zink und Quecksilber sowie deren Verbindungen, ist und/oder insbesondere wobei die Imprägnierung eine saure oder basische Imprägnierung, insbesondere auf Basis von Phosphorsäure, Kaliumcarbonat, Trimethanolamin, 2-Amino-1,3-propandiol, Schwefel oder Kupfersalzen, ist und/oder insbesondere wobei die Menge an Imprägnierungsmittel, bezogen auf das imprägnierte Aktivkohlematerial, 0,01 bis 15 Gew.-%, insbesondere 0,05 bis 12 Gew.-%, vorzugsweise 5 bis 12 Gew.-%, beträgt.
- 15 20. Verwendung der Filtereinheit (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 19 zur Reinigung von Luft, insbesondere zur Herstellung hochreiner Luft, und/oder zur Entfernung von Gas-, Geruchs- und/oder Giftstoffen aus Luftströmen.
- 20 21. Verwendung nach Anspruch 20, wobei die Filtereinheit (1) von der zu reinigenden Luft durchströmt wird.
- 25 22. Verwendung der Filtereinheit (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 19 in (Be-)Lüftungsanlagen, Ventilationssystemen oder Klimaanlage, insbesondere für geschlossene Umgebungen, wie Gebäude oder Innenräume von Fahrzeugen, wie Motorfahrzeugen, Schienenfahrzeugen, Transportmitteln aller Art und dergleichen.
- 30 35

23. Verwendung nach einem der Ansprüche 20 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß die Filtereinheit (1) nur im Bedarfsfall, insbesondere bei Vorhandensein von Gas-, Geruchs- und/oder Giftstoffen in den zu reinigenden Luftströmen, zugeschaltet wird.

5

24. Anlage (11) zur Luftreinigung und/oder Bereitstellung oder Aufbereitung von Luft, insbesondere (Be-)Lüftungsanlage, Ventilationssystem oder Klimaanlage, mit einer Filtereinheit (1), dadurch gekennzeichnet, daß die Filtereinheit (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 19 ausgebildet ist.

10

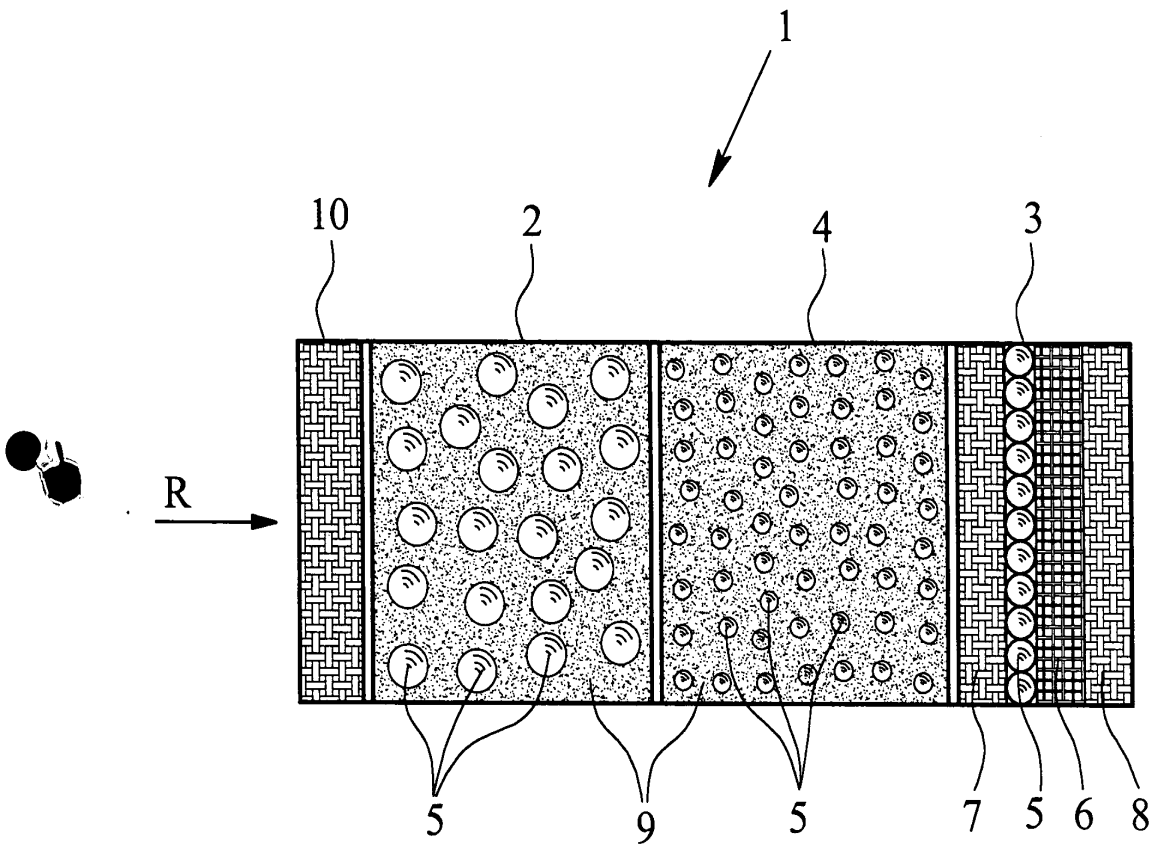


Fig. 1

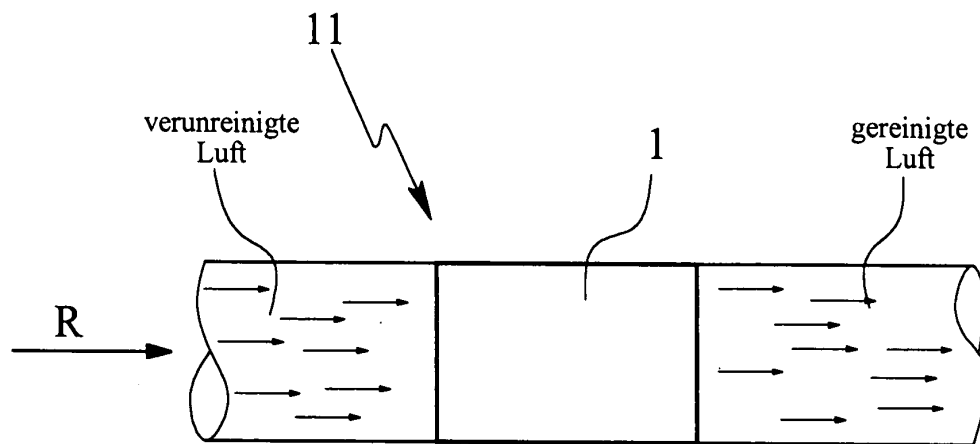


Fig. 2

### **Zusammenfassung:**

Beschrieben ist eine Filtereinheit, insbesondere zur Reinigung von Luft, mit einer Mehrzahl adsorbierender Filterelemente, die als Adsorptionsmaterial jeweils Adsorbentien auf Basis von Aktivkohle enthalten, wobei die Filtereinheit mindestens ein erstes Filterelement, welches als Adsorptionsmaterial kornförmige, insbesondere kugelförmige Aktivkohle umfaßt, und mindestens ein zweites Filterelement, welches als Adsorptionsmaterial eine Kombination von kornförmiger, insbesondere kugelförmiger Aktivkohle und Aktivkohlefasern umfaßt, einschließt. Die Filtereinheit eignet sich insbesondere zur Verwendung in (Be-)Lüftungsanlagen, Ventilationssystemen, Klimaanlage und dergleichen.

(Fig. 1)



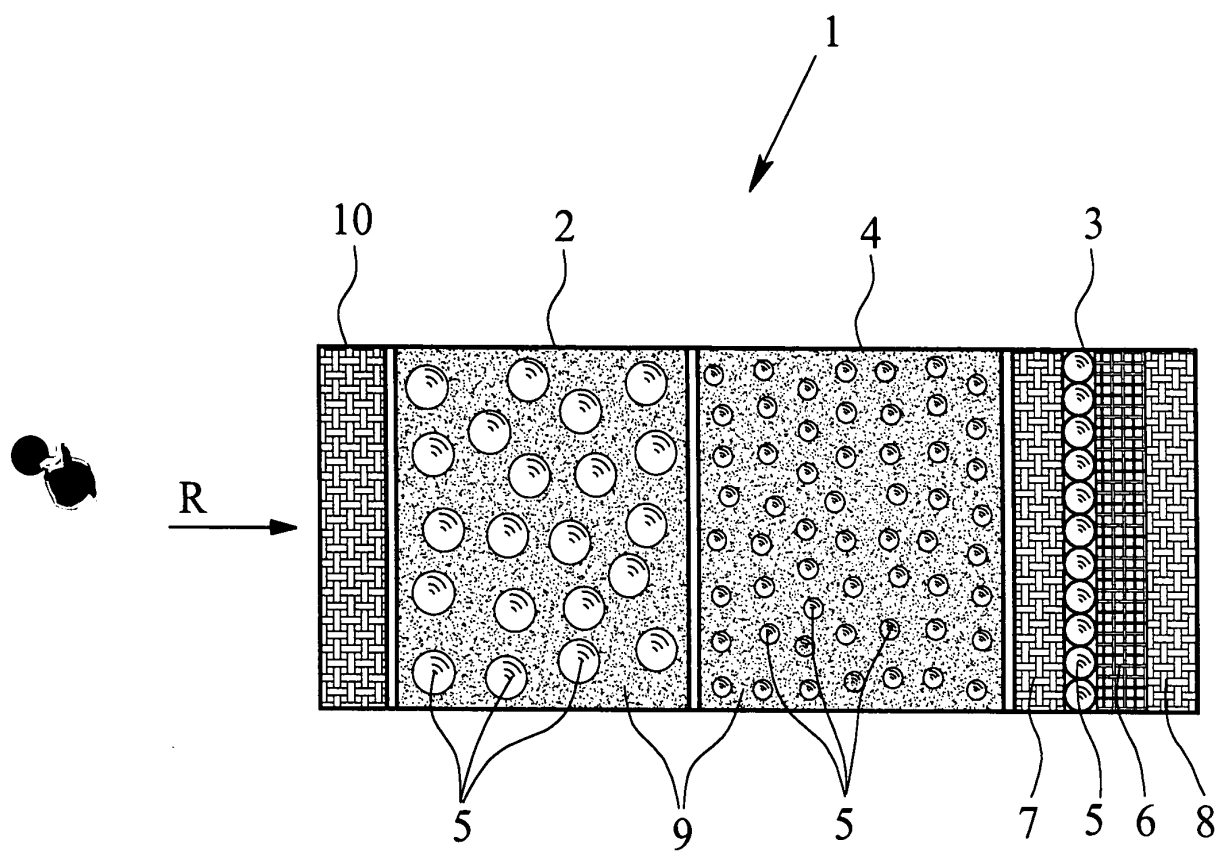


Fig. 1